

Mathematik im Service.

Computergestützte Übungsaufgaben. autotool und autotool-Netzwerk

Hans-Gert Gräbe, Frank Loebe, Sibylle Schwarz, Johannes Waldmann

Kontakt: {graebe|frank.loebe}@informatik.uni-leipzig.de, sibylle.schwarz@fh-zwickau.de, waldmann@imn.htwk-leipzig.de

Hintergrund

Wichtiger Teil von Lehrveranstaltungen zur Mathematik und Informatik ist das eigenständige Bearbeiten passender Übungsaufgaben durch die Studierenden. Woran erkennt man aber eine richtige Lösung einer solchen Aufgabe? Das ist in den exakten Wissenschaften ganz einfach: Man macht eine Probe. Dabei wird die vermutete Antwort in die Aufgabenstellung eingesetzt, die dann eine wahre Aussage ergeben muss. Ein Beispiel aus der Mathematik:

Das Paar $(x,y) = (7,-2)$ bildet eine Lösung der Gleichung $15 \cdot x + 51 \cdot y = \text{ggT}(15, 51)$, denn die Probe liefert $15 \cdot 7 + 51 \cdot (-2) = 3 = \text{ggT}(15, 51)$.

Hingegen ist das Paar $(x,y) = (-3,1)$ keine Lösung, denn $15 \cdot (-3) + 51 \cdot 1 = 6 \neq 3$.

Mit Aufgaben dieser Art wird zum Beispiel getestet, ob Studenten die mathematischen Grundlagen kryptographischer Verfahren zur Lösung eines konkreten Beispiels anwenden können.

Eine Probe ist ein nachvollziehbares Kriterium zur Lösungsbewertung. Das bei der automatisierten Leistungsbewertung weit verbreitete Multiple-Choice-Prinzip ist es nicht: Der Studierende erhält lediglich die Auskunft „Ihre Antwort stimmt (nicht) mit der Musterlösung überein“. Die Beispielaufgabe oben ist als Multiple-Choice-Frage auch wenig sinnvoll. Für jede vorgegebene Antwortmöglichkeit kann man schnell entscheiden, ob sie eine Lösung ist, wodurch diese Aufgabe zu einfach würde. Hat man jedoch keine Antwortmöglichkeiten fest vorgegeben, so muss man einen Lösungszugang finden, hier also zum Beispiel den in der Vorlesung gelernten erweiterten Euklidischen Algorithmus anwenden.



Das *autotool*-System

Das E-Testing-System *autotool*, das seit 2003 von Prof. Waldmann und Studenten entwickelt wird, kann für verschiedene Aufgabentypen aus der diskreten Mathematik sowie der theoretischen und praktischen Informatik automatisch Aufgabenvarianten erzeugen und für eingegebene Lösungsversuche Proben ausführen und schrittweise anzeigen. Die Parameter der Aufgabenstellungen können automatisch variiert werden, so dass jeder Student eine andere Aufgabeninstanz erhält. Das verhindert, dass Studierende Lösungen blind von anderen übernehmen können.

Der Student gibt seine Lösung in textueller Form als Zahl, Zahlenfolge oder Formel in einer durch die Aufgabe vorgegebenen Syntax ein. Das Training der Kompetenz zum formal korrekten Aufschreiben einer Problemlösung im Prozess der Bearbeitung der Aufgaben durch die Studierenden ergibt sich als Nebeneffekt, da die sofort verfügbaren Antworten des *autotool* in der weiteren Lösungsfindung berücksichtigt werden können. Dieser dialogische Charakter des Werkzeugs ergibt sich aus der automatischen Lösungsverarbeitung, die gewöhnlich aus der Prüfung mehrerer Bedingungen besteht.

Das System erzeugt ausführliche Informationen, welche Teile der Probe wie ausgefallen sind, und gibt dem Studenten damit Feedback zu seinem Lösungsversuch. Die Zahl der zulässigen Lösungsversuche und die Schwierigkeit einer Aufgabe innerhalb einer Klasse können über Konfigurationsparameter gesteuert werden. Interessant ist dabei, dass das System keine Aufgabe selbst löst. Das ist auch nicht notwendig, da Probe und Lösungsweg im Allgemeinen voneinander unabhängig sind. Das heißt auch, dass

dem Studenten kein Lösungsweg vorgegeben wird.

Daraus folgt andererseits, dass derartige E-Learning-Systeme das Lernen von Verfahren nicht ersetzen, aber sinnvoll unterstützen können. Da das *autotool*-System Übungsleitern das Besprechen konkreter Beispielaufgaben zum großen Teil abnimmt, bleibt in den Übungen Zeit für Aufgaben zu grundlegenden Prinzipien und zur Modellierung praktischer Probleme.

Das *autotool*-System wird seit vielen Jahren an verschiedenen Standorten (Leipzig, Zwickau, Halle, Bonn) erfolgreich in Lehrveranstaltungen eingesetzt, zum Beispiel zur Diskreten Mathematik, Logik, Theoretischen Informatik, Programmierung in deklarativen und imperativen Programmiersprachen, Algorithmen und Datenstrukturen, Kryptographie, Softwareentwicklung, Verifikation und Wissensverarbeitung. *autotool*-Aufgaben werden oft zusätzlich zu schriftlichen Übungsaufgaben in Praktika oder als Hausaufgaben gestellt. Zur Bearbeitung der Hausaufgaben sind gewöhnlich ein bis zwei Wochen Zeit, so dass in den Übungen Fragen zu den aktuellen *autotool*-Aufgaben beantwortet werden können.

Umfragen unter Studierenden haben ergeben, dass *autotool*-Aufgaben für das Verständnis der Lehrinhalte sehr hilfreich sind. Insbesondere wird gelobt, dass das System jederzeit beliebig viele Einsendungen korrigiert und kommentiert.



Das *autotool*-Netzwerk

Im Rahmen der Ausschreibung „Projekte zur nachhaltigen Entwicklung netzgestützten Lehrens und Lernens an den sächsischen Hochschulen“ des SMWK wurde das Projekt autOlat gefördert, um das System *autotool* im Lernmanagementsystem OLAT als Kursknoten verfügbar zu machen. Diese OLAT-Erweiterung wird seit dem Sommersemester 2010 an der Universität Leipzig erfolgreich eingesetzt. Damit können *autotool*-Aufgaben in allgemeinere Lernerszenarien im Rahmen der von OLAT gebotenen Möglichkeiten eingebettet werden. Die Erweiterung um den *autotool*-Kursbaustein kann leicht in andere OLAT-Systeme übernommen werden, z.B. in OPAL, die Lehr- und Lernplattform im Bildungsportal Sachsen, wodurch die didaktischen Möglichkeiten des *autotool* allen teilnehmenden Hochschulen zur Verfügung stehen.

Die Trennung zwischen Backend als zustandslosem Computer-Server und Frontend zur Nutzer-, Aufgaben- und Ergebnisverwaltung hat mehrere Vorteile. OLAT verwaltet Benutzerdaten und Resultate. Die *autotool*-Entwickler können sich so auf ihre Kernkompetenzen – die Entwicklung neuer und Verbesserung vorhandener Aufgaben und Aufgabentypen – konzentrieren. Außerdem kann über dieses Backend das *autotool* perspektivisch in andere Lernerplattformen eingebunden werden.

Im autOlat-Projekt wurde weiterhin ein Austauschformat für *autotool*-Aufgaben entwickelt, das es erlaubt, Aufgaben zwischen einzelnen Standorten auszutauschen und so das bestehende Netzwerk von *autotool*-Nutzern durch die gemeinsame Verwendung von

Aufgabenmaterial sowie den Austausch didaktischer Erfahrungen weiter zu qualifizieren.

Mehr zum *autotool*, eine Testinstanz zum Ausprobieren verschiedener Aufgabentypen sowie weitere Informationen sind auf der Projektwebseite <http://autolat.imn.htwk-leipzig.de> zu finden.